

- простота монтажа и эксплуатации;
- отсутствие необходимости в проведении текущих, средних и капитальных ремонтов на протяжении всего срока службы;
- малые массогабаритные показатели.
- Вакуумная дугогасительная камера не нуждается в пополнении дугогасящей среды, что снижает, в том числе, расходы на эксплуатацию вакуумного выключателя.
- Плотность отказов вакуумных выключателей ниже на порядок по сравнению с традиционными выключателями (масляными, электромагнитными).
- Бесшумная работа
- Отсутствие выбросов в атмосферу
- Плотная герметизация устройства

ЛИТЕРАТУРА:

1. Выключатель вакуумный ВВ/TEL: техническая информация / Российская группа компаний Таврида Электрик.
2. [http://www.mrskib.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=186:indikatoriy-otyskaniya-neispravnostej-na-vl&catid=970&Itemid=3402&lang=ru55].
3. [<http://aist.sibproject.ru:81/tgmain?doc&nd=545477099&nh=1>].
4. [<https://prokcssmedia.blob.core.windows.net/sys-master-images/.pdf>]

Научный руководитель: К.В. Образцов, ассистент каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ.

МАШИННО-ВЕНТИЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

А.В. Глазачев¹, Ю.Н. Дементьев¹, К.Н. Негодин², В.И. Суздорф³

Томский политехнический университет^{1,2}

ЭНИН, ЭПЭО, группа 5АМ6Ж²

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет³

Введение.

Одной из важнейших задач при создании машинно-вентильных источников (МВИ) для систем автономного децентрализованного энергоснабжения является обеспечение потребителя электрической энергией, параметры которой соответствуют необходимым стандартам качества [1]. Основными показателями качества автономных источников электроснабжения являются номинальные значения выходного напряжения и частоты. Колебание напряжения питания, отклонения токов и нагрузки являются причиной выхода из строя дорогостоящего оборудования. Поэтому разработка и исследование схем машинно-

вентильных источников (МВИ), являющихся важнейшим элементом систем автономного децентрализованного энергоснабжения и обладающих возможностью стабилизации выходных электрических параметров, является своевременной и актуальной задачей.

Комбинированная схема МВИ со стабилизацией выходных параметров

Анализ существующих способов стабилизации выходных электрических параметров (амплитуды и частоты выходного напряжения) систем «электромашинный генератор - статический преобразователь частоты» показал, что при формировании синусоидального выходного напряжения с помощью электромашиного генератора (ЭГ) наиболее перспективным способом регулирования выходного напряжения при широком изменении скорости вращения ротора генератора и значений потребляемой мощности, является регулирование напряжения обмоток возбуждения ЭГ [2, 3].

Стабилизация выходного напряжения машинно-вентильного источника (МВИ) в этом случае может осуществляться по нескольким каналам: по цепи обмотки возбуждения (ОВ) постоянного тока; по цепи ОВ переменного тока; по цепи статического преобразователя частоты с непосредственной связью. При этом имеется возможность одновременного использования двух или всех каналов управления, позволяющих стабилизировать выходные напряжения и частоту, и плавно регулировать глубину амплитудной модуляции.

Функциональная схема МВИ комбинированного типа, в которой стабилизация выходного напряжения возможна отдельным либо одновременным использованием каналов управления, представлена на рисунке 1.

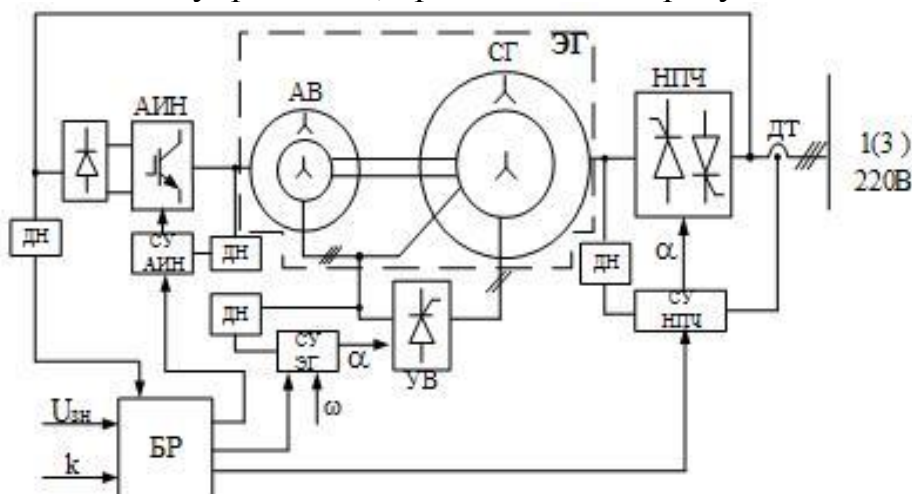


Рис.1. Функциональная схема МВИ со стабилизацией выходных параметров комбинированного типа.

Здесь электромашиный генератор модуляционного типа (ЭГ), состоит из синхронной машины – синхронного генератора (СГ) и асинхронного возбуждителя (АВ), размещенных на одном валу и выполненных в одном корпусе. Обмотки электрических машин ЭГ выполнены с различным числом пар полюсов, что позволяет обеспечить независимость частоты выходного напряжения от скорости вращения вала. ОВ СГ подключена к обмотке ротора АВ через управляемый выпрямитель (УВ). Обмотка статора АВ подключена к автономному

инвертору напряжения, а обмотка якоря СГ к преобразователю частоты с непосредственной связью (НПЧ). На роторе СГ уложена трехфазная дополнительная обмотка, подключенная к роторной обмотке АВ. Выходная обмотка якоря СГ выполнена в виде трех однофазных обмоток с полным шагом, сдвинутых в пространстве на угол $\frac{2\pi}{3}$ эл. градусов. ЭГ работает на трехфазно-однофазный статический преобразователь частоты с непосредственной связью (НПЧ). НПЧ имеет свою систему управления с неизменными углами управления (α) и выполняет роль демодулятора выходного напряжения СГ. Угол управления НПЧ формируется с помощью сигналов, получаемых с датчика тока (ДТ) и напряжения (ДН) [4, 7, 8].

В схеме МВИ, использующую стабилизацию выходного напряжения по цепи обмотки возбуждения постоянного тока, система управления (СУ) автономного инвертора напряжения (АИН) с ШИМ имеет неизменный сигнал задания частоты и амплитуды тока возбуждения АВ, который не зависит от выходного напряжения и частоты МВИ. Входными сигналами СУ ЭГ являются: скорость приводного вала ω и заданное значение напряжения U_{zn} , которое сравнивается с текущим значением амплитуды выходного напряжения (в блоке формирования разницы (БР)). Регулирование амплитуды выходного напряжения МВИ осуществляется путем изменения угла управления УВ, включенного в цепь ОВ постоянного тока ЭГ.

В схеме МВИ, реализующего способ стабилизации выходного напряжения по цепи ОВ переменного тока регулирование напряжения на выходе МВИ осуществляется с помощью АИН, включенного в цепь статора АВ. При этом, в цепи ОВ постоянного тока СГ может быть применен вместо управляемого (УВ), неуправляемый выпрямительный преобразователь, однако это накладывает определенные ограничения при использовании подобного МВИ, так как отсутствие возможности коррекции тока подмагничивания СГ сокращает эффективный диапазон стабилизации выходного напряжения при изменении скорости вала СГ [5].

Совместное использование этих способов стабилизации в МВИ дает возможность повысить точность регулирования и увеличить диапазон изменения скорости вращения приводного вала при одноканальной системе возбуждения ЭГ.

В приведенной выше схеме МВИ при вращении ротора и питании обмотки АВ от автономного инвертора с ШИМ в роторной обмотке АВ индуцируется ЭДС. В обмотке якоря СГ индуцируется ЭДС от ОВ постоянного тока. Дополнительно уложенная трехфазная обмотка СГ, а также ОВ СГ через УВ являются нагрузкой для АВ. Сложение двух индуцируемых ЭДС в якорной обмотке СГ приводит к возникновению результирующей ЭДС, амплитуда которой изменяется с частотой биений. В результате выделения огибающей напряжения на выходе МВИ с помощью НПЧ, получаем частоту биений независимую от скорости вращения вала. Но при этом необходимо, чтобы число пар полюсов обмоток СГ равнялось сумме числа пар полюсов обмоток АВ и дополнительной

трехфазной обмотки возбуждения СГ. На рис.2 приведены кривые ЭДС якорных обмоток СГ и огибающая его выходного напряжения.

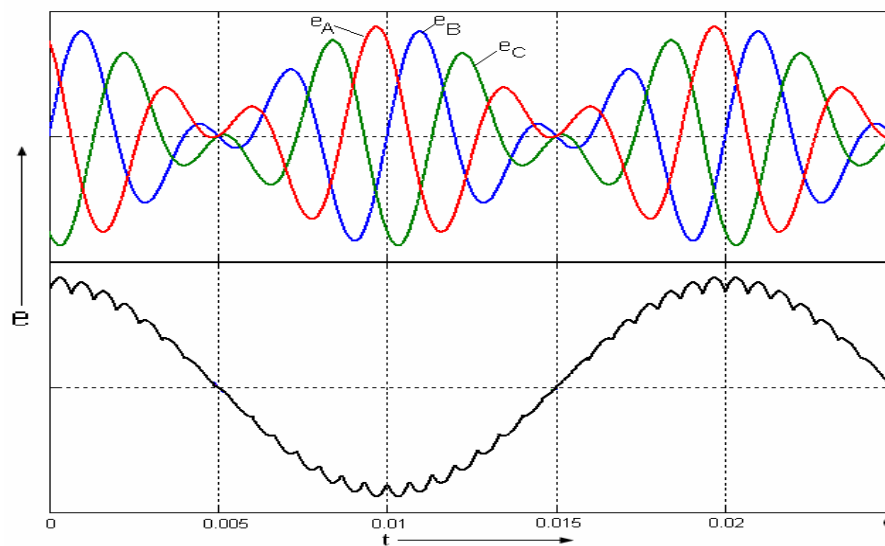


Рис. 2. Результирующие ЭДС обмоток якоря электромашиного генератора и огибающая выходного напряжения

Таким образом, рассмотренный в статье машинно-вентильный источник, позволяет получить трехфазную систему модулированных напряжений, а затем с помощью НПЧ выделив модулирующую функцию получить на выходе МВИ однофазное напряжение близкое к синусоидальному с частотой равной половине частоты переменного тока возбуждения АВ и не зависящего от скорости вращения ЭГ.

Основные выводы:

Машинно-вентильные источники (МВИ) с формированием кривой напряжения на выходе ЭГ путем сложения ЭДС близких частот являются перспективными и обеспечивают высокое качество кривой выходного напряжения в системах децентрализованного электроснабжения. Кроме того, установлено, что рассмотренный в статье машинно-вентильный источник обеспечивает регулирование выходного напряжения и постоянство коэффициента амплитудной модуляции, а также поддерживает частоту и амплитуду выходного напряжения в соответствии с требованиями, предъявляемыми к автономным системам электроснабжения [6].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кузьмин В.М., Суздорф В.И. Математическая модель автономного источника с электромашиным формированием кривой выходного напряжения // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2011. Т. 1. № 5. С. 23-28.
2. Гужулев Э.П. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии / Э.П. Гужулев, В.Н. Горюнов и др.. - 2004, Омск : Изд-во ОмГТУ.
3. Борцова Т.Ю., Лукутин Б.В. Стабилизация эквивалентной нагрузки микроГЭС //Материалы докладов девятой всероссийской научно-технической конференции «Энергетика: экология, надежность, без-

- опасность»- т. Т1 - Томск, 3-5 декабря, 2003г. - Томск: Изд. ТПУ, 2003. - с. 105-108.
4. Сарсикеев Е.Ж., Лукутин Б.В., Дементьев Ю.Н., Ляпунов Д.Ю. Имитатор механических характеристик ветротурбины. Патент на полезную модель RUS 136166 11.07.2013.
 5. Киница О. И. Автономный источник напряжения стабильной частоты для систем децентрализованного энергоснабжения: диссертация ... кандидата технических наук: 05.09.03.- Комсомольск-на-Амуре, 2006.- 132 с.: ил.
 6. Bolgov I.S., Dementyev Yu.N., Bolgova V.A. Simulation modelling of a pulse frequency-phase discriminator/Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 792. p. 95-100.
 7. Bedri Kekezoglu, Mugdeşem Tanriöven, Ali Erduman. A New Wind Turbine Concept: Design and Implementation. Acta Polytechnica Hungarica Vol. 12, No. 3, 2015 DOI: 10.12700/APH.12.3.2015.3.12
 8. Abderrahmen Mechter, Karim Kemih, Malek Ghanes. Sliding Mode Control of a Wind Turbine with Exponential Reaching Law. Acta Polytechnica Hungarica Vol. 12, No. 3, 2015 DOI: 10.12700/APH.12.3.2015.3.10

ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПОВЫШАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА БАЗЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

К.Н. Чичманов
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭПЭО, группа 5ГМ71

Автором было проведено исследование на основе повышающего преобразователя (ППН), входящего в состав структуры инвертора для солнечных батарей как наиболее перспективного по массогабаритным показателям и КПД. Функциональная схема такой системы изображена на рис. 1 [3].

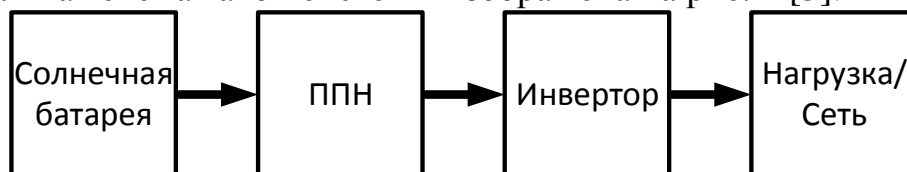


Рис. 1. Функциональная схема инвертора солнечных батарей

Для расширения диапазона работы солнечного инвертора в качестве промежуточного звена между солнечной батареей (СБ) и сетевым инвертором используется преобразователь постоянного напряжения, который так же может производить отслеживание точки максимальной мощности (maximum power point tracking – MPPT), его структурная схема приведена на рис. 2. В качестве такого преобразователя энергии могут выступать понижающий, повышающий, инвертирующий преобразователи или преобразователь, выполненный по схеме Кука. Подобные схемы обеспечивают высокий КПД за счёт снижения количества силовых элементов, при этом массогабаритные показатели фильтра мини-